

Рис. 3. Фронтальная сторона стенда

3. Надежность. В существующих системах используются резистивные и емкостные сенсорные экраны, подключенные к промышленным или бытовым ПК. При уличном исполнении – ПК снабжаются системами поддержания климатических условий. В данной системе используются пьезодатчики в качестве кнопок, контроллерные систем и одноплатные компьютеры, которые способны работать в широком температурном диапазоне. А использование модульного подхода с выделением к реализации простых функций встроенного ПО уменьшает риск возникновения ошибок во встроенном ПО и повышает его надежность.

4. Гибкость. В модулях сенсорной и коммутационной платы и управляющем модуле использовались открытые платформы Arduino (MCU Atmega), Raspberry/Banana Pi с большим количеством открытой документации, примеров, готовых библиотек встроенного ПО. Это позволяет снизить время и затраты на последующие модернизации и развитие комплекса.

Список использованных источников

1. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <http://www.banana-pi.org/m1.html>

УДК 66-933.6, 669.013

Ю. И. Липунов¹, К. Ю. Эйсмонт¹, В. С. Кузнецова², Е. В. Киселев², Е. В. Некрасова¹

¹ ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» –
ОАО «ВНИИМТ», г. Екатеринбург, Россия

² ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА АСУ ТП ТЕРМООБРАБОТКИ ТРУБ В УСТРОЙСТВЕ КОНТРОЛИРУЕМОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Аннотация

В статье приведено описание технологического процесса ускоренного охлаждения труб, состав устройства контролируемого охлаждения. Представлены функции системы управления, функциональная схема АСУ ТП. Сделан выбор SCADA-системы. Разработан алгоритм реализации одной из основных задач АСУ ТП – задачи достижения заданной темпе-

ратуры окончания процесса охлаждения, и приведен перечень датчиков, необходимых для решения задачи.

Ключевые слова: труба, процесс ускоренного охлаждения, SCADA система, автоматизированная система.

Abstract

The article presents the description of the technological process of accelerated cooling pipes, the structure controlled cooling device. The functions of the control system, a functional diagram of the APCS were presented. The choice of SCADA system was fulfilled. The algorithm of implementation one of the main objectives of the APCS, the task of reaching the desired end temperature of the cooling process, and lists the sensors required for the task were presented.

Keywords: pipe, accelerated cooling, SCADA system, computerised system.

Ускоренное охлаждение металла является одним из видов его термоупрочнения. Качество термической обработки и достигнутые служебные характеристики металла во многом зависят от способа его охлаждения. На трубных заводах используются различные устройства для принудительного охлаждения труб при термической обработке, в частности погружные ванны и спреевые установки проходного типа. В качестве охлаждающей среды в устройствах используется вода. Спреевые установки имеют ряд преимуществ по сравнению с ваннами. Такое устройство позволяет повысить равномерность и интенсивность охлаждения труб, так как снимает с поверхности трубы паровую пленку одинаково с верхней и нижней поверхностей трубы. За счет регулирования расходов воды, как по периметру, так и по длине трубы устройство позволяет обеспечить равномерную структуру металла трубы и исключить искривление труб [1–3].

Трубопрокатный цех №1 ЧТПЗ производит бесшовные трубы на пильгерстане из трубных низколегированных сталей. После пильгерстана трубы подвергаются резке на мерные длины и при температуре 450–500 °С помещаются в нормализационную печь. После выхода из печи трубы охлаждаются на воздухе и нормализуются. С целью повысить механические свойства металла в линию термообработки труб планируется поставить спрейерное устройство контролируемого охлаждения (УО), которое расположится за нормализационной печью. Проведенное расчетное моделирование процесса охлаждения труб в УО показало, что для достижения поставленных целей достаточно иметь УО, состоящее из трех секций охлаждения длиной по 0,8 м. Каждая секция представляет собой 6 коллекторов с 12 форсунками [4]. Так как устройство охлаждения устанавливается в технологической линии прокатного стана, то необходимо обеспечение согласованной работы УО со смежными системами, в частности, с прокатной (выпускающей) клетью, отводящими рольгангами, линией клеймения, правильной машиной (или трайб-аппаратами) и, в ряде случаев, с автономной системой водоснабжения. Необходимо постоянное информационное обеспечение о размерах и месторасположении раската, вида технологии термоупрочнения, требуемым режимам охлаждения и др.

На текущий момент времени разработка УО находится на стадии проектирования, поэтому разработка программного обеспечения для эксплуатации оборудования является актуальной на сегодняшний день задачей.

Автоматизированная система управления технологическим процессом термоупрочнения труб в целом построена аналогично АСУ ТП термоупрочнения проката в потоке стана [5, 6] и предназначена для выполнения следующих основных функций:

- управления процессом ускоренного охлаждения труб в режиме реального времени;
- визуализации объектов управления с отображением характеристик состояния агрегатов, параметров технологии, предупреждений и рекомендаций;
- осуществления «ручного» ввода и коррекции технологических параметров режима охлаждения для разного сортамента;
- приемки, систематизации и хранения информации;
- аварийной и предупреждающей сигнализации;

– резервного копирования, архивирования, уничтожения и восстановления информации.

АСУ ТП будет иметь двухуровневую структуру построения, каждый уровень которой выполняет определенные функции (рис. 1). Разработка SCADA-системы будет производиться на базе машинной визуализации CX-Supervisor от производителя OMRON. CX-Supervisor отличается большим набором функций, отвечающим широкому ряду требований человеко-машинного интерфейса на базе ПК, обладает очень простым и интуитивно понятным управлением и очень удобен для пользователя. Выбор SCADA-системы обусловлен требованиями Заказчика, чтобы разработанная автоматизированная система управления была интегрирована в уже существующее оборудование. CX-Supervisor программируется на всем известном языке BASIC, при установке на инженерную станцию не требуются мощные компьютерные параметры, во время работы SCADA-системы легко исправлять ошибки или вносить изменения. Этот пакет легок в освоении рабочим персоналом.

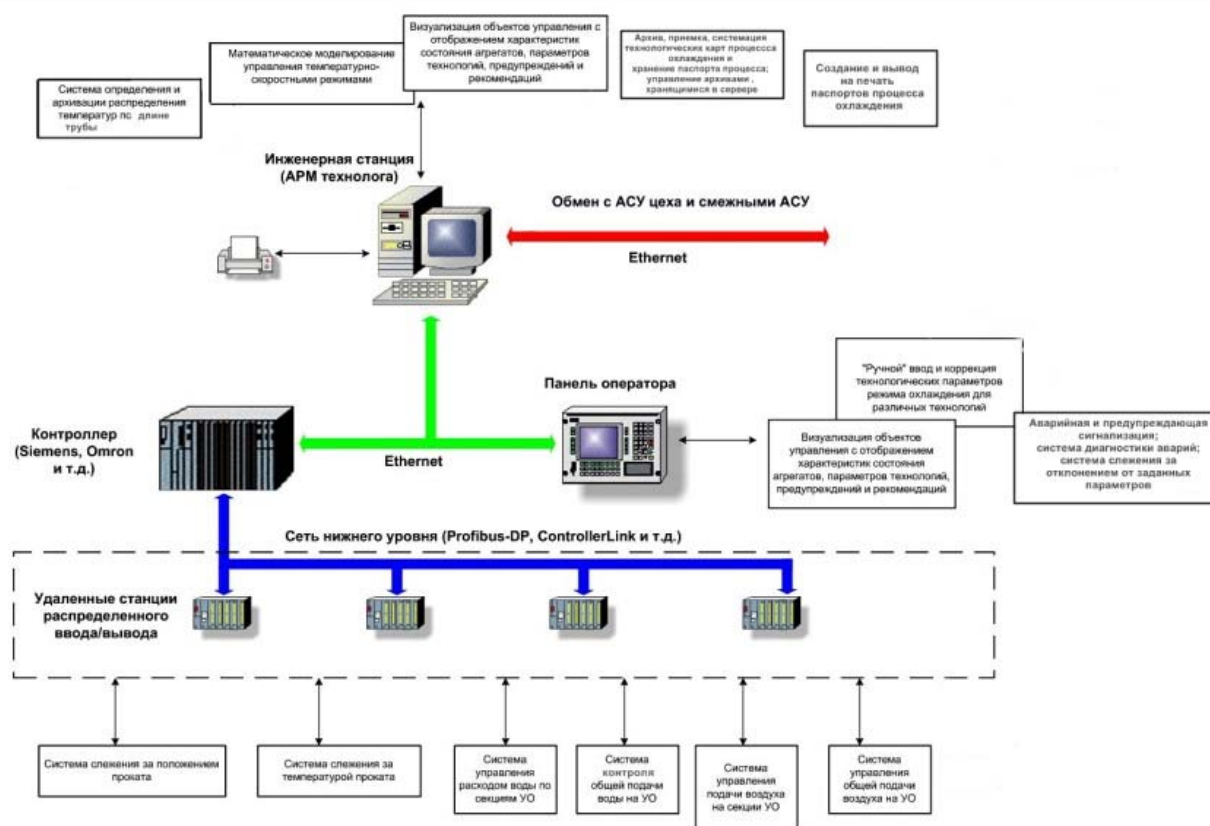


Рис. 1. Функциональная схема АСУ ТП термообработки труб в устройстве контролируемого охлаждения

В процессе выполнения функций контроля и управления процессом АСУ ТП решает широкий ряд задач, в рамках этой статьи рассматривается ключевая для технологического процесса задача достижения заданной температуры окончания процесса охлаждения. Реализация технологии термоупрочнения труб в УО требует, чтобы среднемассовые температуры начала и окончания охлаждения находились в интервале заданных температур и была достигнута заданная скорость охлаждения. Температура окончания охлаждения обеспечивается длительностью охлаждения, т.е. скоростью транспортировки трубы в УО. Скорость охлаждения зависит от расхода воды, поданного на поверхность трубы.

Для контроля температуры поверхности труб перед и после УО устанавливаются пирометры. Наличие трубы перед и после УО фиксируется датчиками наличия металла. Пирометр и соответствующий ему датчик наличия металла визируются в одной плоскости, чтобы запись показаний пирометра в архив начиналась при попадании переднего конца трубы под

датчик наличия металла и заканчивалась после выхода заднего конца трубы из-под него. Расходы воды на каждую секцию, на каждый коллектор секции отдельно регулируются. На рисунке 2 представлена схема расположения датчиков и приборов, необходимых для реализации АСУ ТП задачи достижения заданной температуры окончания охлаждения. В таблице 1 приведен перечень этих датчиков.

До начала термообработки партии труб в систему АСУ ТП УПО поступает информация о размерах труб, требуемой технологии обработки, заданных температуре начала и окончания охлаждения, количестве включенных в работу зон охлаждения и расходах воды. Выбор параметров работы УО осуществляется по технологической карте, содержащейся в базе данных АСУ ТП.

Основными технологическими параметрами управления процессом являются расходы воды на верхние и нижние коллекторы и скорость транспортировки трубы через УО.

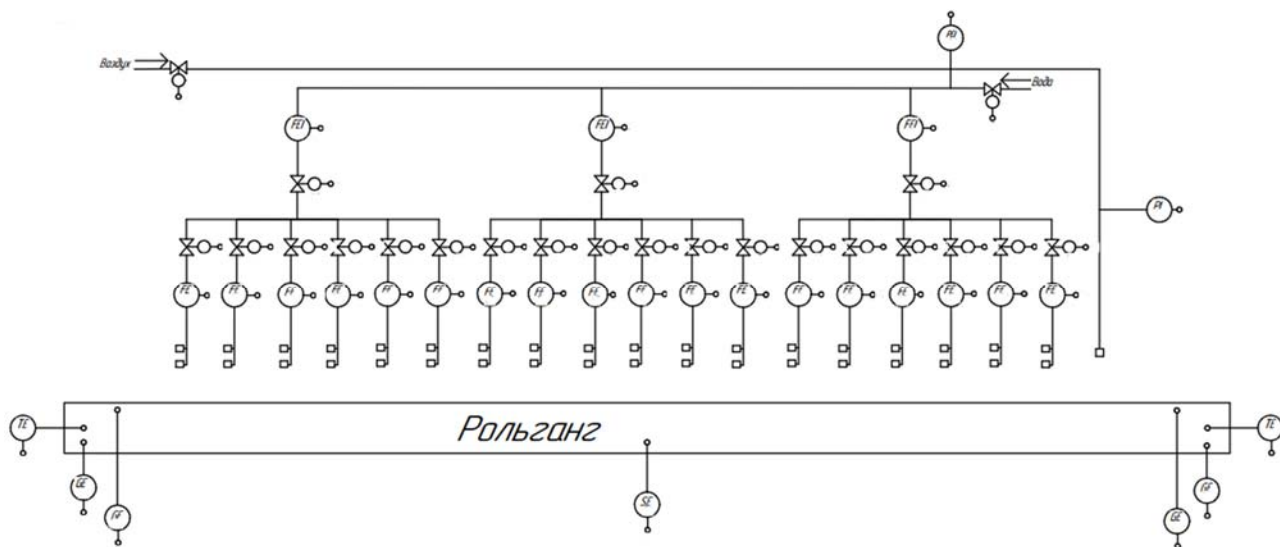


Рис. 2. Схема расположения датчиков

Задача достижения заданной температуры окончания охлаждения в автоматизированном режиме управления реализуется по следующему алгоритму:

1. В АСУ ТП из внешних структур поступают данные о партии труб, подлежащих термообработке.

Таблица 1

Перечень датчиков, необходимых для реализации задачи достижения заданной температуры окончания охлаждения

№ п/п	Обозначение датчика	Ко-во, шт	Описание датчика
1	FEI	3	расходомеры электромагнитные
2	FE	18	расходомеры электронные
3	PEI	1	электронный манометр для воды
4	PI	1	манометр осевой
5	TE	2	пирометры
6	SE	1	датчик контроля скорости рольганга
7	GE	2	инфракрасные датчики горячего металла бесконтактного типа
8	GE	2	датчики наличия металла барьерного типа

2. Из базы данных технологических карт АСУ ТП в контроллер передаются заданные параметры работы УО, и именно расходы воды на коллекторы, температура начала и окончания охлаждения и скорость транспортировки труб.

3. При срабатывании датчика наличия металла до УО, визированного в одну плоскость с пирометром до УО, запускается задача определения фактической температуры начала охлаждения, задача подачи воды на коллекторы и задача слежения за положением трубы в устройстве.

4. Если фактическая температура начала охлаждения отличается от заданной на величину, превышающую допустимую, запускается задача корректировки скорости транспортировки, для которой используется математическая модель процесса охлаждения труб, разработанная в ОАО «ВНИИМТ».

5. После выхода трубы из УО при срабатывании датчика наличия металла за УО, визированного в одну плоскость с пирометром за УО, запускается задача определения фактической температуры окончания охлаждения.

6. Если фактическая температура окончания охлаждения отличается от заданной на величину, превышающую допустимую, запускается задача корректировки расходов воды.

Необходимо отметить, что для проката задача определения температуры его поверхности имеет свои особенности. На поверхности проката до УО может быть окалина, на поверхности проката после УО – не удаленная вода. За фактическую температуру поверхности проката принимается максимальное значение температуры из массива показаний пирометра по длине трубы, т.к. температура чистой от окалины и воды поверхности имеет более высокое значение.

Выводы

Набор функций разработанной двухуровневой АСУ ТП рассчитан на управление быстротекущим процессом термоупрочнения труб в устройстве контролируемого охлаждения проходного типа и учитывает технологические особенности охлаждения в потоке прокатного стана. Разработанный алгоритм управления температурой окончания охлаждения, выбор и расположение датчиков, необходимых для его реализации, наличие на верхнем уровне АСУ ТП математической модели процесса охлаждения обеспечивают соблюдение параметров термообработки и гарантируют требуемые качества упрочненных труб.

Список использованных источников

1. Охлаждающее оборудование для термической обработки труб. Хейфец Г.Н., Кадина А.В., Васильев Е.Л. Бюллетень НТИ №2, 1979.

2. Деформационно-термическое упрочнение бесшовных труб из малоуглеродистых сталей. С.Я. Курашвили, Г.В.Кашакашвили, Сталь №2, 2002.

3. Патент РФ 22117507. Устройство для быстрого охлаждения. Надинский М.Н., Бедняков В.В. 27.11.2003.

4. Ю.Г. Ярошенко, Ю.И. Липунов, К.Ю. Эйсмонтт, В. С. Кузнецова, М.В. Захарченко, Е.В. Киселев. Расчетное моделирование процесса ускоренного охлаждения труб для ТПЦ-1 ЧТПЗ.

5. Липунов Ю.И., Эйсмонтт К.Ю., Завгороднев Д.В. Некрасова Е.В., Варламов С.О., Казабкаев Н.М. Автоматизированная система управления устройством контролируемого охлаждения на стане 5000, «Сталь», № 3, 2005. – С. 61–65.

6. Липунов Ю.И., Эйсмонтт К.Ю., Некрасова Е.В., Завгороднев Д.В. Разработка систем автоматизированного управления технологическим процессом термического упрочнения проката в потоке стана, «Известия ВУЗов. Черная металлургия», № 12, 2009. – С. 68–72.